Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 17, No. 5, Dec- Jan 2021, p. 831-847

نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد ۱۷، شماره ۵، آذر- دی ۱۴۰۰، ص. ۸۴۷-۸۳۱

مقاله پژوهشی

بررسی شرایط تولید پاستیل با استفاده از ژلاتین استخراج شده از ماهی کیلیکا و بررسی خواص فیزیکوشیمیایی، رئولوژیکی و حسی آن در مقایسه با ژلاتین تجاری (گاوی)

الهام مبینی[۱]- لیلا ناطقی[۲]*- محمدرضا اسحاقی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۳/۱۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۸/۲۲

چکیده

ژلاتین یکی از مهمترین بیوپلیمرها است که کاربرد گسترده‌ای در صنایع غذایی، دارویی، آرایشی، عکاسی و صنعتی دارد. تقاضای زیاد برای غذای حلال، نیاز به تهیه ژلاتین در صنایع غذایی را افزایش داده است. لذا هدف از این پژوهش استخراج ژلاتین از ماهی کلیکا و جایگزینی با غلظت‌های (۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد) در فرمولاسیون پاستیل و مقایسه خواص فیزیکوشیمیایی، رئولوژیکی و حسی پاستیل حاوی ژلاتین ماهی با پاستیل حاصل نمونه تجاری (گاوی) بود. مطابق با نتایج دمای تشکیل ژل، دمای ذوب شدن ژل و زمان ذوب شدن ژل ژلاتین ماهی کمتر از ژلاتین تجاری بود اما زمان تشکیل ژل در ژلاتین ماهی بیشتر از ژلاتین تجاری بود. همچنین بازده استخراج ژلاتین از ماهی کیلکا ۹/۲۰۴ درصد بود. اثر درصدهای مختلف ژلاتین استخراج شده ماهی بر شاخص‌های pH، رطوبت، بریکس، فعالیت آبی، شاخص‌های رنگی (L^*، a^* و b^*)، خواص بافتی (چسبندگی، پیوستگی، صمغیت و قابلیت جویدن) و شاخص‌های ارزیابی حسی (مزه، عطر و بو، رنگ، بافت و پذیرش کلی) معنی‌دار بود ($p \leq ۰/۰۵$). نتایج نشان داد با افزایش جایگزینی درصدهای مختلف ژلاتین ماهی شاخص‌های pH، بریکس، L^*، تمامی شاخص‌های بافت سنجی و ارزیابی حسی کاهش و مقدار رطوبت، فعالیت آبی و شاخص‌های رنگی a^* و b^* افزایش یافت. تیمار حاوی ۵۰ درصد ژلاتین ماهی+ ۵۰ درصد ژلاتین تجاری به دلیل نزدیک بودن به نمونه شاهد از نظر خواص فیزیکوشیمیایی، رئولوژیکی و ارزیابی حسی به‌عنوان تیمار برتر انتخاب شد. استفاده از درصدهای مختلف جایگزینی ژلاتین استخراج شده از ماهی کیلکا اثر نامطلوبی بر خواص فیزیکوشیمیایی و رئولوژیکی پاستیل نداشت و تنها شاخص‌های ارزیابی حسی به‌دلیل وجود طعم و بوی ماهی کیلکا باعث کاهش امتیازات ارزیابی حسی شد. بنابراین می‌توان با طعم‌دار کردن پاستیل‌های تولیدی ویژگی‌های ضعیف ارزیابی حسی پاستیل تولیده شده از ژلاتین ماهی را پوشش داده و از آن در تولید صنعتی ژلاتین استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: پاستیل، ژلاتین، ماهی کیلکا، ژلاتین تجاری

مقدمه

ژلاتین یکی از پرمصرف‌ترین مواد پروتئینی کلوئیدی در صنایع غذایی، دارویی، پزشکی و نظامی است که در چهار درجه متفاوت خوراکی، صنعتی، فوتوگرافی و دارویی تولید می‌شود. در صنایع غذایی در تهیه مارمالادها، ژله‌ها، شیرینی‌ها، بستنی‌ها و غیره به‌کار می‌رود که به‌آسانی در بدن جذب شده و به هضم سایر مواد غذایی از طریق تشکیل امولسیون با چربی‌ها و پروتئین‌ها کمک می‌نماید (محمودی و توکلی پور، ۱۳۹۷).

ژلاتین یک پلیمر زیستی بسیار مهم است که از استخوان، پوست و غضروف حیوانات تهیه می‌گردد و به‌طور گسترده به‌منظور بهبود خاصیت ارتجاعی، ایجاد قوام و ثبات در مواد غذایی استفاده می‌شود. ژلاتین با هیدروکلوئیدهای دیگر متفاوت است، زیرا بیشتر آن‌ها پلی‌ساکارید هستند، در حالی‌که ژلاتین یک پروتئین قابل هضم و حاوی تمامی اسیدهای آمینه ضروری به‌جزء تریپتوفان است، بنابراین بر اساس قوانین اتحادیه اروپا، ژلاتین به‌عنوان یک ماده غذایی محسوب می‌شود (فرحناکی و همکاران،. ۱۳۸۸). ژلاتین یکی از معدود پروتئین‌های مناسب جهت تولید صنعتی با استفاده از محصولات جانبی کارخانه‌ها صنایع گوشت می‌باشد. این ماده به مقدار زیادی در صنایع غذایی به‌منظور ایجاد ژل، ایجاد یا تهیه امولسیون، ایجاد پیوند و قوام مناسب در محصولات مختلف استفاده می‌گردد. ژلاتین با کاهش میزان کالری در مواد غذایی به‌منظور افزایش سطح پروتئین به‌ویژه در غذاهای ورزشکاران (به‌طور خاص، بدن‌سازان) توصیه‌شده است. به‌علاوه، ژلاتین در کاهش کربوهیدرات، در غذاهای فرموله شده برای بیماران دیابتی شرکت دارد (Kim, 2005). در سال‌های اخیر، تقاضای مصرف ژلاتین، افزایش‌یافته است به‌طوری‌که

۱، ۲ و ۳- به‌ترتیب دانشجو کارشناسی ارشد، دانشیار و استادیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، واحد ورامین– پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین، ایران.
(*- نویسنده مسئول: Email: leylanateghi@yahoo.com)
DOI: 10.22067/ifstrj.v17i5.86414

تولید سالیانه ژلاتین در جهان در حدود ۳۲۶۰۰۰ تن است که ۴۶٪ آن از پوست خوک، ۲۹/۴٪ از پوست گاو، ۲۳/۱٪ از استخوان و ۱/۵٪ از منابع دیگر به‌دست می‌آید.

اخیراً تحقیقات زیادی برای پیدا کردن منابع جایگزین ژلاتین به‌دست‌آمده از پستانداران شده است. در دهه‌ی گذشته، گرایش زیادی به ژلاتین به‌دست‌آمده از ماهی و ماکیان وجود داشته است. پوست و استخوان ماکیان برای تولید ژلاتین به‌کار می‌روند اما به علت بازده پایین، تولید آن‌ها در مقیاس تجاری محدود شده است. در این خصوص، ژلاتین ماهی، پیشنهاد بهتری برای جایگزینی ژلاتین پستانداران است اگرچه در حال حاضر تولید ژلاتین ماهی خیلی رایج نیست و فقط حدود ۱ درصد تولید سالیانه ژلاتین در جهان را تشکیل می‌دهد (Arnesen and Gidberg, 2006). سالانه مقادیر قابل‌توجهی کلاژن برای استخراج ژلاتین به کشور وارد شده و از این طریق ارز زیادی از کشور خارج می‌شود. از این رو بخشی از ژلاتین تولید شده در جهان از پوست و استخوان خوک تهیه می‌گردد که مصرف آن از لحاظ شرعی در کشورهای مسلمان اشکال دارد. همچنین بیماری جنون گاوی دام‌های زیادی را در اروپا و در کشورهای دیگر مبتلا کرده است و خطر انتقال آن از پوست و استخوان این دام‌ها وجود دارد و با توجه به اینکه ماهی هیچکدام از این معایب را نداشته و باقی‌مانده‌های آن به‌عنوان ضایعات هدر رفته و مورد بهره‌برداری قرار نمی‌گیرند. به‌علاوه ایران منبع عظیم دریایی انواع ماهیان دریایی را دارد که می‌توان با توجه به فراوانی، قابل دسترس بودن و ارزانی از ضایعات شیلات به‌عنوان ماده اولیه برای تولید کلاژن استفاده نمود (FAO, 2012; Djagnya *et al*., 2001).

ماهی کیلکا یک نوع ماهی ریز که زیستگاه آن نواحی مرکزی و جنوبی دریای خزر می‌باشد و یکی فراوان‌ترین و صنعتی‌ترین گونه‌های ماهی می‌باشد. این ماهی که از پلانکتون تغذیه می‌کند خود مورد تغذیه سایر ماهیان از جمله ماهیان خاویاری قرار می‌گیرد. کیلکای دریای خزر از نوع کوچک پلاژیک با طول متوسط ۱۰-۷ سانتی‌متر به وزن ۱۲-۸ گرم می‌باشد و به‌صورت گروهی (گله‌ای) حرکت می‌کنند. سه گونه ماهی کیلکا در دریای خزر زندگی می‌کنند که از نظر شکل ظاهری، اندازه، ویژگی‌های زیستی و اکولوژیکی با یکدیگر تفاوت‌ها دارند. از نظر مفهوم این تفاوت‌ها در مواردی از شکل، زمان صید، نحوه صید و چگونگی نگهداری و عمل‌آوری و نهایتاً در تهیه انواع فرآورده‌ها تأثیر گذاشته است (عمادی، ۱۳۷۲).

فرآوری این‌گونه‌ها عمدتاً به دلیل اندازه کوچک و دشواری فیله کردن آن‌ها، وجود مقادیر زیاد استخوان‌های ریز، وجود مقادیر زیاد عضلات تیره، چربی بالا (معمولاً با نوسانات فصلی زیاد) و حساس به اکسیداسیون، مقادیر زیاد پروتئین‌های هم[۱] که منجر به مشکل رنگ و فساد چربی در آن‌ها می‌شود با محدودیت‌های فراوانی روبروست (Kelleher *et al*., 2004). مزایای استفاده از ژلاتین ماهی عبارتند از: عدم محدودیت بهداشتی و مذهبی ژلاتین ماهی، افزایش سرانه مصرف آبزیان به‌ویژه در رشد کودکان به‌صورت محصولات تنقلاتی، بالا بودن میزان محصولات جانبی منابع دریایی و ضایعات حاوی کلاژن و کاهش آلودگی زیست‌محیطی ناشی از تخلیه نامناسب ضایعات دریایی (Trindade *et al*., 2015). در عین‌حال ماهی کیلکا بدلیل اندازه ریز و گوشت تیره به‌صورت جدی در سبد غذایی خانوار قرار نگرفته است. بخش ناچیزی از صید این ماهی به‌منظور مصرف انسان استفاده شده که به‌ترتیب برابر ۹-۳ درصد در استان گیلان و ۱۲-۵ در صد در استان مازندران می‌باشد. در مقابل بخش قابل توجهی از باقی‌مانده صید ماهی کلیکا جهت خوراک طیور استفاده می‌شود از این رو چون ماهی کیلیکا مصرف خوراکی بالایی ندارد و درنتیجه بازار مصرف فروش خوبی ندارد می‌تواند منبع خوبی برای تولید ژلاتین باشد و از طرف دیگر این‌گونه بهره‌برداری‌ها از رهاسازی این ضایعات در طبیعت و آلودگی محیط‌زیست جلوگیری می‌کند (Motalebi and seyfzadeh, 2011). حدود ۹۰ درصد مقدار صید ماهی کیلیکا برای تولید پودر ماهی به کار خانجات و صنایع شیلاتی مرتبط ارسال شده است. و روغن ماهی که در این کارخانجات به‌دست می‌آید یک محصول جانبی با ارزش تجاری پایین محصوب می‌شود (Motalebi-Moghanjoghi *et al*., 2015). در حالی که مطالعات نشان داده است این ماهی کوچک حاوی اسیدهای چرب غیراشباع و امگا-۳ می‌باشد. که اثرات سلامت‌بخشی روغن ماهی باعث شده که این روغن کاربردهای فراوانی در مواد غذایی، دارویی و بهداشتی پیدا کند (Pirestani *et al*., 2010).

تنقلات می‌توانند نقش مهمی در تأمین انرژی روزانه و مواد مغذی ایفا نمایند. این نقش می‌تواند به فاکتورهای زیادی نظیر سن، زمینه اقتصادی- فرهنگی، وضعیت فیزیکی بدن، جنس و فاکتورهای دیگر بستگی داشته باشد. از جمله فرآورده‌های غذایی محبوب به‌ویژه نزد کودکان، پاستیل است که ضمن بالا بودن ارزش تغذیه‌ای به دلیل کاهش فعالیت آبی، زمان ماندگاری بالایی دارد. مهم‌ترین انواع پاستیل‌ها، پاستیل میوه‌ای (گیاهی) و پاستیل بر پایه ژلاتین (حیوانی) است (*et al*., 2011Khazai Pool).

ازجمله فرآورده‌های جدید به‌دست‌آمده از میوه‌ها، پاستیل‌های میوه‌ای هستند که ارزش تغذیه‌ای بالایی دارند. پاستیل‌ها نوعی آب‌نبات نرم هستند که از میوه‌های مازاد بر مصرف تهیه می‌شوند. به دلیل کاهش فعالیت آبی، زمان ماندگاری زیاد دارند. ترکیبات موجود در پاستیل شامل طعم‌دهنده‌ها، ترکیبات دارویی، اسانس‌ها و مواد مؤثره مختلف به‌تدریج با جویدن آرام دردهان آزادشده و تأثیر خود را اعمال می‌کنند. از جمله مواد تشکیل‌دهنده پاستیل‌ها، ترکیبات قوام

---
۱ Heme

دهنده نظیر گوار، آگار، ژلاتین، پکتین و صمغ‌های مختلف مانند صمغ عربی هستند که باعث ایجاد پیوند بین ترکیبات در یک محیط هیدروکلوئیدی و تشکیل امولسیون و بهبود بافت می‌شوند. بسته به نوع این ترکیبات، سرعت حل شدن محصول و میزان آزادسازی ترکیبات موجود متفاوت هستند. این فرآورده را می‌توان از میوه‌های مازاد بر مصرف نیز تهیه نمود. تولید چنین فرآورده‌ای در مقیاس تجاری علاوه بر جلوگیری از ضایعات میوه به دلیل طبیعی بودن و ارزش غذایی بالا به‌ویژه ازنظر میزان مواد معدنی، ویتامین‌ها و فیبر، زمان ماندگاری بالا، طعم مطلوب، می‌تواند موردتوجه قشر وسیعی از جامعه قرار گیرد (فتحی، ۱۳۷۱).

سایر محققین هم از ضایعات ماهی در فرمولاسیون‌های مواد غذایی استفاده نمودند که می‌توان به آبرومند (۱۳۸۶)، تولید ژلاتین خوراکی از ضایعات ماهی، کورشیان و بهنام (۱۳۹۲)، بهینه‌سازی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی ژلاتین استخراج‌شده از پوست ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان، میرزاپور و همکاران (۱۳۹۷)، ویژگی‌های ژلاتین استخراج‌شده از ضایعات ماهی کپور معمولی به روش هیدرولیز آنزیمی، Ninan و همکاران (a ۲۰۱۱)، خصوصیات بافتی و فیزیکوشیمیایی ژلاتین و دسر تهیه‌شده از پوست کپور آب شیرین، Chandra و Shamasundar (۲۰۱۵)، خصوصیات رئولوژیکی ژلاتین تهیه‌شده از کیسه شنا ماهی کاتلا،Kumar و همکاران (۲۰۱۷)، بررسی خصوصیات ژلاتین استخراج‌شده (ظرفیت نگهداری آب، امولسیون و شکلی) از پوست ماهی شوریده با روش سریع، اشاره نمود.

برای اینکه پاستیل‌های با فرمولاسیون جدید، بافت و ظاهری شبیه پاستیل‌های رایج داشته باشند، به‌طوری‌که امکان بسته‌بندی و نگهداری آن وجود داشته باشد، می‌بایست از ژلاتین، صمغ‌ها و شیرین‌کننده‌ها در مقادیر مناسب استفاده نمود. در میان هیدروکلوئیدهایی که امروزه در مواد غذایی به‌ویژه انواع پاستیل استفاده می‌شوند یکی از بیشترین موارد مصرف مربوط به ژلاتین می‌باشد (فرحناکی و همکاران، ۱۳۸۸). میزان صید ماهی کلیکا در ایران فراوان بوده و به دلیل عدم مصرف کافی توسط مصرف‌کنندگان، ضایعات صید به حساب می‌آید. بنابراین می توان با تولید ژلاتین از ماهی کلیکا، میزان نیاز واردات ژلاتین را کاهش داد. هدف از تحقیق حاضر استفاده از ژلاتین استخراج‌شده از ماهی کیلکا در فرمولاسیون پاستیل و بررسی خواص فیزیکوشیمیایی و حسی محصول تولیدی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش ماهی کلیکا از شرکت پاک ثمر میرود (ایران) تهیه شد. نمونه‌ها به‌صورت منجمد به آزمایشگاه منتقل و تا شروع آزمایشات به همان صورت نگهداری گردید. سایر مواد مصرفی سدیم هیدروکسید، اسید سیتریک و هیدروکلریک اسید از شرکت مرک (آلمان)، گلوکز مایع و پودر دکستروز از شرکت دکستروز (ایران) و شکر از شرکت گلستان (ایران) تهیه شد.

تولید ژلاتین از ماهی کیلکا

طبق بررسی‌های انجام شده، روش استاندارد استخراج ژلاتین به دو روش اسیدی و قلیایی، انجام می‌شود. در ابتدا ۵۰۰ گرم از ماهی را در دمای اتاق از حالت انجماد خارج کرده و سپس به تکه‌های ۲ تا ۳ سانتی‌متر مربع خرد و توزین نموده و در کاغذ صافی پیچانده و پس از گذاشتن آنها در کاتوش، جداگانه آنها در دستگاه سوکسله به‌منظور جداسازی چربی آنها، قرار داده و به‌وسیله ۲۰۰ سی‌سی پترلیوم به مدت ۶ ساعت چربی آنها استخراج گردید. به دلیل اینکه فقط کلاژن موجود در پوست و ضایعات ماهی است که در اثر هیدرولیز به ژلاتین تبدیل می‌شود، بنابراین باید تمام ترکیبات همراه با کلاژن موجود در در ضایعات ماهی از جمله چربی و مواد معدنی و پروتئین‌های دیگر را جدا نمود. وجود چربی باعث تشکیل صابون از طریق ترکیب اسید چرب و قلیای مصرفی در طول فر آیند تولید ژلاتین خواهد شد. بنابراین ضروری است در مرحله اول فرآیند، آن را جدا نمود (Ashgar, 1992). مرحله بعد حذف املاح است بدین ترتیب نمونه‌های بدون چربی با سدیم هیدروکسید ۱/۲ نرمال به مدت ۶۷/۵ دقیقه در دمای محیط قرار داده شد و سپس در ۲۰۰-۳۰۰ میلی‌لیتر هیدروکلریک اسید ۱/۲ نرمال به مدت ۲۴ ساعت در دمای محیط قرار داده شد. در طول این مدت ترکیبات نامطلوب و املاح از بافت ماهی خارج شده و بافت جهت استخراج بهتر ژلاتین نرم می‌گردد. هدف از املاح‌گیری توسط اسید، عمدتا گرفتن املاح کلسیم است. سپس با ۴ لیتر آب مقطر با نسبت ۴ به ۱ (آب/ ماهی کیلکا) در دو مرحله ۳۰ دقیقه‌ای به مدت ۳ ساعت شستشو می‌دهیم تا pH به حدود ۶-۶/۵ تنظیم گردید، زیرا که در این محدوده pH سرعت تجزیه محلول ژلاتین حاصل در حداقل است و بهترین نتایج به‌دست می‌آید. مرحله بعد هیدرولیز کلاژن و تبدیل آن به ژلاتین توسط حرارت و در مجاروت آب است. بدین ترتیب حدود ۳۴۰۰ میلی‌لیتر آب را به دمای ۹۰ درجه سانتی‌گراد رسانده و نمونه‌ها را داخل آن قرار داده و سپس به مدت ۴ ساعت در حمام آب ۵۰ درجه سانتی‌گراد می‌گزاریم. سپس نمونه‌ها را با RPM ۲۵۰ و به مدت ۱۰ دقیقه و در دمای ۵- درجه سانتی‌گراد سانتریفوژ نموده و در اثر این عمل موکوپلی‌ساکاریدهایی مانند هیالورونیک اسید و کندروایتین سولفات که دارای وزن مولکولی زیاد هستند رسوب می‌کنند و جدا می‌گردند. مرحله بعد فیلتراسیون می‌باشد که توسط کاغذ واتمن شماره ۱ و پمپ خلاء انجام می‌شود. در واقع برای کاهش بوی نامطلوب ماهی از تبخیرکننده‌های تحت

خلاء استفاده می‌گردد. سپس محلول ژلاتین حاصله در ظروف آلومینیومی ریخته شده و با فویل‌های آلومینیومی بسته‌بندی شد و در آون با دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت نگهداری شد تا ورق‌های ژلاتینی به دست آید. سپس ورق‌های ژلاتین از ظرف آلومینیومی به آرامی جدا شده و جهت تهیه پاستیل نگهداری شدند (Boran *et al.*, 2010; Ratnasari *et al*., 2014).

تهیه پاستیل

جهت تهیه ۱۰۰ گرم پاستیل ابتدا ژلاتین تولیدشده در مرحله قبل را مطابق با جدول تیمارها (جدول ۱)، به نسبت‌های معین در آب مقطر (دو برابر وزن ژلاتین) حل کرده (۱۰ درصد) و با استفاده از همزن مغناطیسی (Jablo، آلمان) در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد مخلوط کرده و برای خروج حباب‌های هوا و شفاف‌سازی محلول، مخلوط حاصل را در حمام آب گرم (۷۰ درجه سانتی‌گراد) قرارداده شد.

جدول ۱- تیمارها

تیمار	ژلاتین استخراج‌شده از ماهی کیلکا (درصد)	ژلاتین تجاری (درصد)
C(شاهد)	صفر	۱۰۰
T_1	۲۵	۷۵
T_2	۵۰	۵۰
T_3	۷۵	۲۵
T_4	۱۰۰	صفر

عمل هم زدن تا زمانی که کدورت محلول برطرف شود ادامه یافت. در مرحله بعد برای تهیه شربت قندی از گلوکز مایع (۱۵ گرم)، پودر دکستروز (۱۵ گرم) و شکر (۳۵ گرم) به همراه چند قطره آب مقطر استفاده شد. سپس اختلاط مخلوط حاصل با همزن مغناطیسی صورت گرفت و تا رسیدن به دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد حرارت داده شد تا شربت قندی با بریکس حدود ۸۰ تهیه گردد. در مرحله بعد شربت قندی بعد از کاهش دما به محلول ژلاتینی افزوده و مخلوط حاصل داخل حمام آب گرم (۷۰ درجه سانتی‌گراد) قرار گرفت تا حباب‌های هوا به‌طور کامل خارج گردند. سپس برای رسیدن به pH ۳، اسیدسیتریک (۱/۵ گرم) اضافه و به آرامی مخلوط شده تا حباب‌های هوا وارد نشوند. پس از اختلاط، محلول ژلاتینی- قندی درون قالب‌هایی از جنس پلی‌پروپیلن با ابعاد ۲×۲×۲ سانتی‌متر ریخته سپس قالب‌ها به مدت ۲ ساعت برای سفت شدن و آبگیری کامل داخل یخچال با دمای ۴ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. در مرحله بعد پاستیل‌ها از قالب‌ها خارج گردیده و نمونه‌ها به مدت ۷ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد درون آون (Memmert، آلمان) قرار گرفته و خشک شدند. پس از مرحله خشک شدن نمونه‌ها در داخل کیسه‌های پلاستیکی زیپ‌دار به منظور حفظ رطوبت بسته‌بندی و تا زمان انجام آزمایش در دمای محیط نگهداری شدند (بصیری و شهیدی، ۱۳۹۴).

آزمون‌های مرتبط با ژلاتین استخراج‌شده از ماهی کیلکا

راندمان استخراج ژلاتین

جهت اندازه‌گیری راندمان استخراج ژلاتین، از روش میرزاپور و همکاران (۱۳۹۷) استفاده شد در این روش مطابق با رابطه ۱ از نسبت وزن خشک ژلاتین استخراج‌شده به وزن ماهی کیلکا مرطوب به درصد استفاده شد :

(۱)   ۱۰۰× وزن ماهی کلیکا مرطوب (گرم)/ وزن ژلاتین خشک شده (گرم)= راندمان استخراج (درصد)

اندازه‌گیری پروتئین

برای اندازه‌گیری پروتئین از روش آنزیمی، توسط روش کلدال استفاده شد. بدین صورت که ۱ گرم از نمونه‌ها همراه با ۱۰ میلی‌لیتر اسیدسولفوریک غلیظ، یک قرص کاتالیزور و کمی سلنیوم و پارافین در بالن کلدال ریخته شد و عملیات هضم تا مشاهده رنگ سبز شفاف ادامه یافت. پس از سرد شدن محتویات بالن، مواد به درون دستگاه کلدال (۸۴۰۰، سوئد) انتقال داده شد و عملیات تقطیر انجام شد و نهایتاً با اسیدکلریدریک ۰/۱۲ نرمال تیتر گردید. در نهایت درصد پروتئین از رابطه ذیل به‌دست آمد (میرزاپور و همکاران، ۱۳۹۷).

(۲) $V\times N\times 100\times 14/ m\times 1000$ = نیتروژن (درصد)

که V (حجم اسید مصرفی)، N (نرمالیته اسیدکلریدریک (۰/۱۲))، m (جرم نمونه بر حسب گرم) می‌باشد.

(۳)   فاکتور پروتئینی (۵/۴) ×درصد نیتروژن =درصد پروتئین

دما و زمان بسته شدن ژل ژلاتین

برای تعیین دمای بستن ژلاتین، محلول ۱۰ درصد ژلاتین را ساخته و پس از حل کردن در حمام آب گرم حدود ۳۰ میلی‌لیتر از آن را به لوله آزمایش و سپس به حمام آب ۴۰ درجه سانتی‌گراد منتقل کرده و سپس حمام آب را به‌آرامی با افزودن آب سرد با دمای ۲ درجه سانتی‌گراد در فواصل زمانی ۱۵ ثانیه سرد گردید. در این حالت دماسنج را در محلول قرارداده و هر ۱۵ ثانیه از آن خارج کرده و درجه حرارتی که دیگر قطره‌ای از روی دماسنج در هنگام خارج کردن از آن نچکد به‌عنوان درجه حرارت بستن ژلاتین ثبت گردید و برای تعیین زمان بستن نیز مراحل قبلی را تکرار و به‌جای دماسنج از یک تکه چوب استفاده شد و زمانی را که دیگر تکه چوب از محلول ژلاتین جدا

نشد به‌عنوان زمان بستن ژلاتین ثبت گردید (میرزاپور و همکاران، ۱۳۹۷).

دما و زمان باز شدن ژل ژلاتین

برای تعیین دمای باز شدن ژلاتین، محلول ۱۰ درصد ژلاتین را مطابق با مراحل قبل ساخته، داخل یخچال در دمای ۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۶–۱۸ ساعت قرار داده و سپس به حمام آب ۱۰ درجه سانتی‌گراد منتقل و به‌تدریج به آن آب گرم ۴۵ درجه سانتی‌گراد اضافه گردید. بدین‌وسیله دما و زمان باز شدن ژلاتین را ثبت شد. هر زمانی که چوب شاخص از محلول به‌راحتی جدا شد به‌عنوان زمان باز شدن و دمایی که دماسنج به‌راحتی جدا شود به‌عنوان دمای باز شدن در نظر گرفته شد (میرزاپور و همکاران، ۱۳۹۷).

آزمون‌های فیزیکوشیمیایی مربوط به ژلاتین

pH

اندازه‌گیری pH طبق روش استاندارد ملی ایران به شماره ۳۴۷۴، انجام شد. مطابق با این استاندارد مقدار ۱ گرم ژلاتین را با دقت ۰/۰۰۱ گرم، درون بشر وزن کرده و ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر بدون دی‌اکسید کربن به آن اضافه نموده و سپس در حمام آب گرم حل‌شده سپس pH محلول به‌دست‌آمده با استفاده از دستگاه pHمتر (مارتینی– ایتالیا) اندازه‌گیری گردید (ISIRI, 1994).

رطوبت

برای اندازه‌گیری رطوبت مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۳۴۷۴، ابتدا ظرف شیشه‌ای را به مدت ۱ ساعت در آون (Memmert، آلمان) قرارداده و پس از خنک شدن در دسیکاتور توزین گردید. سپس مقدار ۵ گرم نمونه را با دقت ۰/۰۰۰۱ گرم بر روی آن توزین و ظرف حاوی نمونه را به مدت ۱۶ ساعت درون آون قرار داده و پس از پایان زمان مذکور آن را خارج کرده و در دسیکاتور خنک گردید. پس از خنک شدن آن را توزین کرده و درصد رطوبت را از رابطه ۴ محاسبه گردید:

$$\text{درصد رطوبت} = (m_1 - m_2)/ m \times ۱۰۰ \quad (۴)$$

m_1: وزن ظرف شیشه‌ای و نمونه پیش از خشک شدن بر حسب گرم

m_2: وزن ظرف شیشه‌ای و نمونه پس از خشک شدن بر حسب گرم

m:: وزن نمونه بر حسب گرم (ISIRI, 1994).

بریکس

برای اندازه‌گیری بریکس ۲۰ گرم از نمونه پاستیل حاوی ژلاتین ماهی و ۲۰ گرم از نمونه شاهد را با ۸۰ گرم آب ۵۰ درجه سانتی‌گراد مخلوط تا حل شدن کامل در آب هم‌زده شد، سپس محلول تا دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد سرد و توسط رفراکتومتر (VBR-90A، تایوان)، مقدار بریکس محلول خوانده شد (ISIRI, 2013).

فعالیت آبی

جهت اندازه‌گیری فعالیت آبی نمونه‌های پاستیل مطابق با روش هراتی و همکاران (۱۳۹۵) وزن‌های مساوی از هر نمونه کاملاً خرد گردید و فعالیت آبی توسط دستگاه رطوبت‌سنج (Novasina، سوئیس) در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد استفاده شد (هراتی و همکاران، ۱۳۹۵).

بافت‌سنجی

جهت انجام آزمون بافت‌سنجی از دستگاه بافت‌سنج (Gerhardt، آلمان) با روش TPA[۱] برای اندازه‌گیری ویژگی‌هایی نظیر سختی، پیوستگی، صمغی بودن، فنریت و چسبندگی استفاده شد. بدین منظور هر یک از نمونه‌ها در دو سیکل رفت و برگشتی، توسط پروب سیلندری صفحه گرد با قطر ۳ سانتی‌متر، سرعت حرکت پروب ۶۰ میلی‌متر در دقیقه و نیروی ۵ گرم تا ۳۰ درصد ارتفاع اولیه نمونه فشرده‌شده و سپس فشارزدایی گردیدند (مجاوریان و همکاران، ۱۳۹۷).

ارزیابی حسی

جهت انجام ارزیابی‌حسی ویژگی‌های مزه، بافت، رنگ، عطر و بو و پذیرش کلی توسط ۱۰ نفر ارزیاب‌های نیمه آموزش‌دیده با روش هدونیک پنج نقطه‌ای (کمترین امتیاز :۱ و بیشترین امتیاز :۵) مورد ارزیابی قرار گرفت (مجاوریان و همکاران، ۱۳۹۷).

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. در این تحقیق ۵ تیمار با سه تکرار مورد بررسی قرار گرفت. به‌منظور مقایسه میانگین‌ها از آنالیز واریانس یکطرفه دانکن در سطح اطمینان ۹۵٪ نرم‌افزار ۱۶ Minitab استفاده شد.

نتایج و بحث

مقایسه ویژگی‌های ژلاتین استخراج شده از ماهی کیلکا با ژلاتین تجاری

نتایج ویژگی‌های ژلاتین استخراج شده از ماهی کیلکا و ژلاتین تجاری در جدول ۲ نشان داده شده است. مطابق با نتایج، دمای تشکیل ژل، دمای ذوب شدن ژل و زمان ذوب شدن ژل ژلاتین ماهی

---

۱ Texture Profile Analysis

به طور معنی‌دار ($p≤۰/۰۵$) کمتر از ژلاتین تجاری بود اما زمان تشکیل ژل در ژلاتین ماهی به‌طور معنی‌دار ($p≤۰/۰۵$) بیشتر از ژلاتین تجاری بود. همچنین راندمان استخراج ژلاتین ماهی ۹/۲۰۴ درصد اندازه گیری شد.

جدول ۲- ویژگی‌های ژلاتین استخراج شده از ماهی کیلکا و ژلاتین تجاری

نمونه	pH	پروتئین (٪)	دمای تشکیل ژل (سانتی‌گراد)	زمان تشکیل ژل (ثانیه)	دمای ذوب ژل (سانتی‌گراد)	زمان ذوب ژل (ثانیه)
ژلاتین ماهی	۵/۹۰۰±۰/۱۰۰[a]	۸۷/۷۳۳±۰/۸۰۸[b]	۱۹/۳۳۳±۰/۲۳۵[b]	۱۰۳/۰۰۰±۲/۰۰۰[a]	۲۰/۰۷۷±۰/۱۳۸[b]	۱۲۷/۰۰۰±۱/۰۰۰[b]
ژلاتین تجاری	۶/۸۷۷±۰/۰۵۵[a]	۹۱/۷۰۰±۰/۱۰۰[a]	۲۳/۰۰۰±۰/۵۰۰[a]	۹۰/۰۰۰±۲/۰۰۰[b]	۲۶/۰۰۰±۰/۵۰۰[a]	۱۵۰/۰۰۰±۱/۰۰۰[a]

نتایج به صورت میانگین ± انحراف معیار نشان داده شده است.

دمای تشکیل ژل ژلاتین ماهی نسبت به ژلاتین پستانداران در کل پایین‌تر است. این تفاوت در ارتباط با ترکیب ایمینواسیدها (هیدروکسی پرولین و پرولین) در ماهی می‌باشد. ژلاتین قابلیت فراوانی برای تشکیل باندهای هیدروژنی با مولکول‌های آب برای تشکیل یک ژل سه‌بعدی پایدار دارد. هیدروکسی پرولین و پرولین مسئول پایداری ساختار مارپیچ سه‌گانه از طریق پیوند هیدروژنی بین مولکول آب آزاد و گروه هیدروکسیل هیدروکسی پرولین در ژلاتین می‌باشند (Fernandez *et al.*, 2003).

هرچه میزان پپتیدهای کوچکتر از زنجیره آلفا، بیشتر باشد زمان تشکیل ژل افزایش می‌یابد (فرحناکی و همکاران، ۱۳۸۸). بنابراین مطابق با نتایج به دلیل کوچکتر بودن پپتیدها از اندازه زنجیره آلفا در ژلاتین ماهی، زمان تشکیل ژل بیشتر از نوع تجاری بود.

ژلاتین، نوعی ژل برگشت‌پذیر با حرارت است به عبارت دیگر وقتی دما به بالای یک نقطه ویژه که نقطه ذوب نامیده می‌شود برسد، شروع به ذوب شدن می‌کند و معمولا نقاط ذوب برای ژلاتین ماهی بین ۱۱ تا ۲۸ درجه سانتی‌گراد می‌باشد (Karim and Bhat, 2009). مطابق با تحقیقات برخی محققین دمای ذوب ژلاتین حاصل از پوست حیوانات خون‌گرم و ماهیان آب گرم نسبت به ماهیان آب سرد بیشتر است (Gilsenan and Ross-Murphu, 2000). حضور مقادیر بالای زنجیره‌های آلفا می‌تواند افزایش نقطه ذوب را در این نمونه‌ها تشریح کند. هرچه زنجیره‌های آلفا ۱ و آلفا ۲ بیشتر باشد نقطه ذوب نیز افزایش می‌یابد. بالا بودن نقطه ذوب در ژلاتین با وزن زنجیره مولکولی آن در ارتباط است (Ward *et al.*, 1977). در بررسی نقطه ذوب ژل باید به ترکیب ایمینواسیدی ژلاتین هم توجه داشت. حضور دو اسید آمینه باعث افزایش نقطه ذوب ژل می‌شود. ژل‌های حاصله از ژلاتین تولید شده کلاژن ماهی ضعیف بوده و نسبت به ژلاتین حاصل از کلاژن پستانداران که دارای پرولین و هیدروکسی پرولین بالاتری است نقطه ذوب پایین‌تری دارند (فرحناکی و همکاران، ۱۳۸۸). بر اساس یافته‌های Tavernier (۱۹۸۹) پراکنش گسترده قطعات پپتیدی با وزن مولکولی کم در ارتباط با ویسکوزیته پایین، نقطه ذوب و دمای پایین تشکیل ژل، زمان طولانی تشکیل ژل است. بنابراین دمای پایین تشکیل ژل در ژلاتین ماهی به همین دلیل می‌باشد.

استخراج ژلاتین از پوست و فلس ماهی با استفاده از پروتئازهای استخراج شده از لوله گوارش ماهی توسط یزدانی دهنوی (۱۳۹۲) بررسی شد و مشخص گردید مطابق با الگوی الکتروفورز ژلاتین پوست ماهی با میزان پپتیدهای کوچکتر از زنجیره آلفا، زمان تشکیل ژل بیشتری را نیاز دارند. همچنین نتایج نشان داد دمای تشکیل ژل، دمای ذوب ژل و زمان ذوب ژل برای ژلاتین ماهی کمتر از ژلاتین تجاری بود در حالی که زمان تشکیل ژل برای ژلاتین ماهی بیشتر از ژلاتین تجاری بود که با نتایج حاصل از این تحقیق مشابهت داشت. نتایج مشابهی با نتایج تحقیق میرزاپور و همکاران (۱۳۹۷) که به بررسی و مقایسه خواص کیفی ژلاتین استخراج شده از فلس و باله ماهی کپور با ژلاتین تجاری حلال گاوی پرداخته بودند، به‌دست آمد. بیان نمودند زمان تشکیل ژل در ژلاتین فلس و باله ماهی کپور (۹۹/۱۱) بیشتر از زمان تشکیل ژل در ژلاتین تجاری گاوی (۹۱/۴۷) بود و زمان ذوب و دمای ذوب ژل ژلاتین فلس و باله ماهی کمتر از ژلاتین تجاری بود. Ninan و همکاران (b۲۰۱۱) بیان نمودند زمان تشکیل ژل ژلاتین برای ماهی کپور معمولی ۱۰۳ ثانیه و بیشتر از ژلاتین تجاری بود و دمای تشکیل ژل برای ژلاتین ماهی کمتر از نوع تجاری بود که با نتایج حاصل از این تحقیق مشابهت داشت.

بازده ژلاتین جزء فاکتورهای مهم اقتصادی آن بوده و راندمان بالا نشان‌دهنده ضریب استحصال بالای ژلاتین می‌باشد (درویش متولی، ۱۳۹۳). بازده ژلاتین استخراج شده از ماهی، کمتر از ژلاتین استخراج شده از پستانداران است که تقریبا بین ۶ تا ۱۹ درصد است (گرم ژلاتین خشک در هر ۱۰۰ گرم از پوست تمیز). بازده کم ژلاتین ماهی می‌تواند به دلیل از بین رفتن کلاژن به‌وسیله شست وشو در مراحل اولیه یا به دلیل هیدرولیز ناقص باشد (شهبازتبار، ۱۳۹۱). به علاوه گزارش‌هایی وجود دارد که در هنگام فرایند استخراج در دماهای بالا برخی آنزیم‌های پروتئاز درون پوستی در کاهش مولکول‌های ژلاتین (مخصوصا زنجیره‌های α و β) دخیل هستند. بازده استخراج ژلاتین از پوست‌ها تقریبا از ۵/۵ تا ۲۱ درصد از وزن

اولیه مواد خام رتبه‌بندی می‌شود. این اختلاف بستگی به تفاوت ترکیب تقریبی پوست‌ها و مداری از اجزای قابل حل پوست‌ها می‌باشد به‌طوری که این خصوصیات با گونه و سن ماهی‌ها تفاوت دارد. به علاوه تنوع در روش‌های استخراج می‌تواند به تفاوت‌های موجود در محتوی کلاژن ماده خام نسبت داده می‌شود (Songchotikunpan *et al.*, 2008).

تفاوت در میزان بازده ژلاتین می‌تواند ناشی از تفاوت در گونه ماهی، ویژگی‌های ذاتی پوست و مولکول‌های کلاژن، روش آماده‌سازی، شرایط فرایند، محتوی پروتئینی موجود در مواد اولیه، محتوی کلاژن، میزان ترکیبات محلول در پوست، و درجه تبدیل کلاژن به ژلاتین باشد. میزان تبدیل کلاژن به ژلاتین به پارامترهای فرآیند (دما، زمان استخراج و pH) شرایط پیش تیمار، شرایط و روش نگهداری مواد اولیه بستگی دارد (Lassoued *et al.*, 2014; Silva *et al.*, 2014; Duan *et al.*, 2011). در تایید نتایج به‌دست آمده از تحقیق Jamilah و Harvinder (۲۰۰۲) که خصوصیات ژلاتین استخراج شده از پوست ماهی تیلاپیا قرمز را بررسی نمودند، بازده استخراج ژلاتین ماهی تقریبا بین ۶ تا ۱۹ درصد است و دلیل آن را از دست رفتن کلاژن استخراج شده در طی عملیات خیساندن بیان نمودند. همچنین Zhou و Regenstein (۲۰۰۴) بازده استخراج ژلاتین از پوست ماهی پولک را ۱۹ درصد گزارش کردند.

بررسی تغییرات میزان pH پاستیل

نتایج تغییرات میزان pH پاستیل در جدول ۳ نشان داده شده است. مطابق با نتایج، اثر غلظت‌های مختلف ژلاتین تجاری و ژلاتین ماهی بر pH نمونه‌های پاستیل معنی‌دار بود ($p≤۰/۰۵$) و مقایسه میانگین pH نمونه‌های پاستیل پس از یک روز نگهداری نشان داد با افزایش غلظت ژلاتین ماهی، pH نمونه‌ها کاهش یافت. اختلاف در pH ژلاتین‌ها ممکن است به دلیل نوع و قدرت اسید به‌کار رفته در طول روند استخراج باشد. همچنین به دلیل قرار دادن ماهی با پوست و استخوان در اسید و به دلیل داشتن مواد معدنی بیشتر در استخوان نسبت به گوشت ماهی نیاز به تیمار اسیدی بیشتری وجود دارد بنابراین اختلاف در pH ژلاتین ماهی و ژلاتین گاوی می‌تواند به شرایط استخراج و نوع ماهی متفاوت باشد. همچنین نتایج خواص فیزیکوشیمیایی ژلاتین استخراج شده از ماهی کیلکا در مقایسه با ژلاتین تجاری (ذکر شده در جدول ۱)، نشان داد مقدار pH ژلاتین استخراج شده از ماهی کیلکا (۵/۹۰۰) مقدار کمتری نسبت به pH ژلاتین تجاری (۶/۸۷۷) داشت و با توجه به افزایش میزان جایگزینی ژلاتین ماهی به جای ژلاتین تجاری مقدار pH نیز کاهش یافت.

در بررسی‌های انجام شده به نتایج مشابهی با نتایج تحقیق سایر محققین بدست آمد. میرزاپور و همکاران (۱۳۹۷) بیان نمودند مقدار pH ژلاتین استخراج شده از فلس و باله ماهی کپور (۶/۱۷) بیشتر از ژلاتین تجاری گاوی (۵/۹۹) بود. همچنین Cheow و همکاران (۲۰۰۷) گزارش دادند که مقدار pH برای دو ماهی به‌ترتیب ۳/۳۵ و ۴/۸۷ کمتر از ژلاتین گاوی (۵/۴۸) بود و دلیل آن را تحت تاثیر قرار گرفتن pH اسیدی ژلاتین حل شده به وسیله تیمارهای شستشو شده گزارش کردند. Nurlina و همکاران (۲۰۱۹) نیز ویژگی‌های بافتی ژله تهیه شده از ژلاتین ماهی با استفاده از فرایند فشار بالا را بررسی کردند و نتایج نشان داد مقدار pH نمونه‌های ژلاتین ماهی کمتر از ژلاتین تجاری بود و دلیل آن را pH پایین میوه سرخالو در نمونه‌های ژله بیان کردند.

جدول ۳- خواص فیزیکوشیمیایی پاستیل حاوی غلظت‌های مختلف ژلاتین تجاری و ژلاتین ماهی در اولین روز پس از تولید

تیمار	pH	رطوبت (٪)	بریکس	فعالیت آبی
شاهد	۴/۸۳۶±۰/۰۳۷^{a}	۱۱/۶۰۷±۰/۲۴۰^{e}	۴۸/۰۰۰ ±۰/۰۰۰^{a}	۰/۸۵۰ ±۰/۰۰۴^{e}
T_1	۴/۷۶۰±۰/۰۳۰^{b}	۱۶/۳۵۰±۰/۶۷۵^{d}	۴۷/۶۶۷ ±۰/۵۷۷^{ab}	۰/۸۶۴ ±۰/۰۰۲^{d}
T_2	۴/۷۱۶±۰/۰۱۵^{bc}	۲۳/۰۹۴±۰/۹۸۸^{c}	۴۷/۳۳۳ ±۰/۵۷۷^{ab}	۰/۸۷۸ ±۰/۰۰۳^{c}
T_3	۴/۶۸۳±۰/۰۲۵^{cd}	۳۰/۴۲۰±۱/۱۷۶^{b}	۴۷/۰۰۰ ±۰/۰۰۰^{ab}	۰/۸۹۶ ±۰/۰۰۳^{b}
T_4	۴/۶۱۶±۰/۰۲۸^{d}	۳۴/۰۵۵±۰/۹۸۱^{a}	۴۶/۶۶۷ ±۰/۵۷۷^{b}	۰/۹۱۳ ±۰/۰۰۳^{a}

نتایج به صورت میانگین ± انحراف معیار نشان داده شده است .

a-e حروف متفاوت کوچک نشانگر اختلاف معنی‌دار در هر ستون می‌باشد.

شاهد: ۱۰۰٪ ژلاتین تجاری، T_1: ۷۵٪ ژلاتین تجاری+۲۵٪ ژلاتین ماهی، T_2: ۵۰٪ ژلاتین تجاری + ۵۰٪ ژلاتین ماهی، T_3: ۲۵٪ ژلاتین تجاری + ۷۵٪ ژلاتین ماهی، T_4: ۱۰۰٪ ژلاتین ماهی

بررسی تغییرات میزان رطوبت پاستیل

نتایج تغییرات میزان رطوبت پاستیل در جدول ۳ نشان داده شده است. مطابق با نتایج، اثر غلظت‌های مختلف ژلاتین تجاری و ژلاتین ماهی بر رطوبت نمونه‌های پاستیل معنی‌دار بود ($p≤۰/۰۵$) و مقایسه میانگین رطوبت نمونه‌های پاستیل پس از یک روز نگهداری نشان داد با افزایش غلظت ژلاتین ماهی مقدار رطوبت نمونه‌ها افزایش یافت.

همچنین نتایج نشان داد بیشترین مقدار رطوبت متعلق به نمونه حاوی ۱۰۰ درصد ژلاتین ماهی و کمترین آن متعلق به نمونه حاوی ۱۰۰ درصد ژلاتین تجاری بود. بنابراین ژلاتین استخراج شده از ماهی نسبت به نوع تجاری دارای رطوبت بیشتری بوده و بدیهی است با جایگزینی و افزایش مقدار ژلاتین استخراج شده از ماهی افزایش رطوبت در سایر تیمارها دیده شود.

رطوبت یکی از مهم‌ترین فاکتورهای بیانگر کیفیت در مواد غذایی است و در نگهداری مواد غذایی و رشد قارچ‌ها نقش مهمی دارد. ژلاتین حاوی ۱۳–۸ درصد رطوبت است و هنگامی که گرانول‌های ژلاتین در آب سرد قرار می گیرند باعث تبدیل آنها به ذرات گسسته و متورم هیدراته می‌شود. مطابق با تحقیقات انجام شده ژلاتین عمدتاً از پروتئین و رطوبت و به همراه مواد دیگری در مقدار بسیار کم نظیر لیپید، خاکستر و دیگر ناخالصی‌ها تشکیل شده است. با توجه به نتایج این تحقیق (جدول ۱)، مقدار پروتئین ژلاتین استخراج شده از ماهی کیلکا برابر با ۸۷/۷۳۳ در مقایسه با مقدار ۹۱/۷ برای نوع تجاری بود و درصد باقی مانده متعلق به رطوبت نمونه‌ها بوده؛ بنابراین رطوبت جذب شده در ژلاتین ماهی بیشتر از نمونه تجاری بوده است. طی تحقیقی میرزاپور و همکاران (۱۳۹۷) به بررسی و مقایسه خواص کیفی ژلاتین استخراج شده از فلس و باله ماهی کپور با ژلاتین تجاری حلال گاوی پرداخته و بیان نمودند رطوبت و خاکستر ژلاتین استخراج شده بیشتر از نوع تجاری بود که با نتایج حاصل از تحقیق حاضر مشابهت داشت. همچنین نتایج مشابهی با نتایج Choobkar و همکاران (۲۰۱۸) که اثر جایگزینی ژلاتین گاوی با ژلاتین ماهی را بر محتوای معدنی، خواص فیزیکوشیمیایی و پارامترهای رنگی پاستیل پرداختند، بدست آمد. نتایج این محققین نشان داد تیمارهای حاوی ژلاتین ماهی دارای بیشترین مقدار رطوبت نسبت به سایر تیمارهای حاوی ژلاتین تجاری بودند. Nurlina و همکاران (۲۰۱۹) ویژگی‌های بافتی ژله تهیه شده از ژلاتین ماهی با استفاده از فرایند فشار بالا را بررسی کردند و نتایج نشان داد مقدار رطوبت نمونه‌های ژلاتین ماهی بیشتر از ژلاتین تجاری بود که با نتایج حاصل از تحقیق حاضر مشابهت داشت.

بررسی تغییرات میزان بریکس پاستیل

نتایج تغییرات میزان بریکس پاستیل در جدول ۳ نشان داده شده است. مطابق با نتایج، اثر غلظت‌های مختلف ژلاتین تجاری و ژلاتین ماهی بر بریکس نمونه‌های پاستیل معنی‌دار بود ($p≤۰/۰۵$) و مقایسه میانگین بریکس نمونه‌های پاستیل پس از یک روز نگهداری نشان داد با افزایش غلظت ژلاتین ماهی مقدار بریکس نمونه‌ها کاهش یافت. محتوی قند وترکیبات آلی موجود در مواد غذایی به‌عنوان مواد جامد محلول شناخته می شود (Curi *et al.*, 2017) و یکی از پارامترهای مهم در تعیین کیفیت مواد غذایی است (Xi *et al.*, 2016). ژلاتین هیدروکلوئیدی پروتئینی است که در دماهای بالای ۳۵ تا ۴۵ درجه ساختار پیچیده آن باز و در آب محلول شده و موجب افزایش بریکس می‌شود (مجاوریان و همکاران، ۱۳۹۷). Nurlina و همکاران (۲۰۱۹) بیان نمودند مقدار مواد جامد محلول کل (بریکس) نمونه‌های ژله تهیه شده از ژلاتین ماهی با استفاده از فرایند فشار بالا بیشتر از ژلاتین تجاری بود که مغایر نتایج به‌دست آمده از تحقیق حاضر بود.

بررسی تغییرات میزان فعالیت آبی پاستیل

نتایج تغییرات میزان فعالیت آبی پاستیل در جدول ۳ نشان داده شده است. مطابق با نتایج، اثر غلظت‌های مختلف ژلاتین تجاری و ژلاتین ماهی بر فعالیت آبی نمونه‌های پاستیل معنی‌دار ($p≤۰/۰۵$) بود و مقایسه میانگین فعالیت آبی نمونه‌های پاستیل پس از یک روز نگهداری نشان داد با افزایش غلظت ژلاتین ماهی مقدار فعالیت آبی نمونه‌ها افزایش یافت.

هیدروکلوئیدها به دلیل ویژگی‌های آبدوستی که دارند می‌توانند با اتصالات آبی در فرآوری مواد غذایی بر محتوای رطوبت و فعالیت آبی نمونه‌ها تاثیرگذار باشند (خلیلیان و همکاران، ۱۳۹۰). نتایج به‌دست آمده از تحقیق نشان داد که مقدار فعالیت آبی نمونه‌های حاوی ژلاتین ماهی از ژلاتین تجاری بیشتر بود. دلیل این امر می‌تواند وجود رطوبت بیشتر در ژلاتین استخراج شده در ماهی و شرایط استخراج و استفاده از آن در تولید نمونه‌های پاستیل باشد. نتایج مشابهی با تحقیق Lewicki (۲۰۰۴) به‌دست آمد که بیان نمودند ژل‌های ژلاتینی به خروج مولکول‌های آب کمک کرده و می‌تواند باعث افزایش فعالیت آبی نمونه‌ها شود. بنابراین هنگام ساخت نمونه‌های پاستیل در این تحقیق رطوبت بیشتر ژلاتین ماهی کاهش یافته و باعث افزایش آب آزاد در نمونه‌های پاستیل و در نتیجه افزایش فعالیت آبی نمونه‌ها شده باشد. در حالی که نتایج به‌دست آمده، مغایر با نتایج بررسی اثر ژلاتین و گوار بر میزان فعالیت آبی پاستیل توت سفید بود که بیانگر کاهش فعالیت آبی نمونه‌ها با افزایش درصد ژلاتین و گوار بود (عظیمی و همکاران، ۱۳۹۳). همچنین در سال Pizza و Gigli (۲۰۰۹) طی تحقیقی نشان دادند با افزایش هیدروکلوئیدها، شدت اتصال مولکول‌های آب افزایش یافته و در نهایت باعث کاهش فعالیت آب نمونه‌ها می‌شوند.

بررسی تغییرات رنگ پاستیل

نتایج تغییرات رنگ پاستیل در جدول ۴ نشان داده شده است. مطابق با نتایج، اثر غلظت‌های مختلف ژلاتین تجاری و ژلاتین ماهی بر شاخص‌های رنگی L^*، a^* و b^* نمونه‌های پاستیل معنی‌دار بود

($p≤۰/۰۵$) و مقایسه میانگین شاخص‌های رنگی نمونه‌های پاستیل پس از یک روز نگهداری نشان داد با افزایش غلظت ژلاتین ماهی مقدار شاخص‌های a^* وb^* افزایش و شاخص L^* کاهش یافت. شاخص L^* بیانگر روشنایی و شفافیت نمونه‌ها (محدوده صفر (سیاه) تا ۱۰۰ (سفید))، شاخص a^*(سبز تا قرمز) و شاخص b^* (آبی تا زرد) (در محدوده ۱۲۰- الی ۱۲۰ +) می‌باشند. کاهش شاخص L^* بیانگر تغییر رنگ نمونه‌ها از روشنایی به سمت تیره‌تر شدن و کاهش شاخص a^* طی مدت نگهداری بیانگر تغییر رنگ نمونه‌ها از قرمزی به سبزی می‌باشد و افزایش شاخص b^* بیانگر بیشتر شدن زردی نمونه‌ها در سیستم رنگی L^*, a^* , b^* می‌باشد (آزادیان و همکاران، ۱۳۹۰).

نتایج تغییرات روشنایی پاستیل در جدول ۳ نشان داده شده است. مطابق با نتایج، بیشترین روشنایی متعلق به تیمارهای حاوی بیشترین مقدار ژلاتین تجاری بوده است. حضور ژلاتین ماهی در فرمولاسیون پاستیل باعث تیره شدن یا قرمز شدن رنگ نمونه‌ها با توجه به افزایش شاخص‌های a^* وb^* شد. دلیل تغییر رنگ نمونه‌ها می‌تواند به دلیل وجود انواع کاروتنوئید در بافت‌های ماهی (توناگزانتین[۱] (زرد)، لوتئین[۲] (زرد مایل به سبز)، بتاکاروتن[۳] (نارنجی)، دورادگزانتین[۴] (زرد)، زاکزانتین[۵] (نارنجی-زرد)، کنتاگزانتین[۶] (قرمز-نارنجی)، آستاگزانتین[۷] (قرمز) و تاراگزانتین[۸] (زرد)) باشد (Dawson and Acton, 2017؛ Theis *et al*., 2012).

ماهی کیلکا جز ماهیان گوشت تیره بوده و باعث تیره‌تر شدن نمونه‌ها می‌شود (مهدی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۵). فاکتورهایی از قبیل گونه ماهی و مواد خام، مشخصات رنگ ژلاتین تولید شده را تحت تاثیر قرار می‌دهد. همچنین کدورت و رنگ تیره ژلاتین به دلیل مواد غیر آلی و آلودگی‌هایی است که در طی فرایند استخراج، یا حذف نشده‌اند و یا میزان آن‌ها کاهش نیافته است. رنگ ژلاتین به ماهیت مواد اولیه مورد استفاده و نحوه استخراج ژلاتین بستگی دارد (Levitan *et al*., 2008). دلیل دیگر اختلاف رنگ نمونه‌های پاستیل حاوی ژلاتین ماهی با ژلاتین تجاری را می‌توان به انجام واکنش قهوه‌ای شدن (مایلارد) نسبت داد (محمودی و توکلی‌پور، ۱۳۹۷). مهدی‌زاده و همکاران (۱۳۹۵) استخراج و تغلیظ پروتئین ماهی کیلکا به‌عنوان ماهی تیره گوشت و ساردین به‌عنوان ماهی سفید گوشت به روش تغییر pH و سوریمی را بررسی و بیان نمودند ماهی کیلکا به دلیل تیره گوشت بودن باعث افزایش شاخص‌های a^* وb^* و در نتیجه تیره‌تر شدن نمونه‌ها شد. همچنین مجاوریان (۱۳۹۶) در تحقیقی، استفاده از ژلاتین پای مرغ در تولید پاستیل زنجبیلی با شیرین‌کننده طبیعی را بررسی و نتایج نشان داد افزایش غلظت ژلاتین باعث کاهش میزان روشنایی، قرمزی و زردی نمونه‌ها شد (مجاوریان، ۱۳۹۶). در سال ۲۰۰۷، Cheow و همکاران، به بررسی ویژگی‌های ژلاتین پوست استخراج شده از دوگونه ماهی *Sin crooker* و *Shortfin scad* پرداخته و مشخص گردید که مقدار L^* ماهی *Sin crooker* کمتر از ژلاتین گاوی و شاخص‌های a^* وb^* بیشتر از ژلاتین گاوی بود و برای ماهی *hortfin scad* تمامی شاخص‌های رنگی L^*، a^* وb^* از نوع تجاری کمتر بود اما از نظر آماری اختلاف معنی‌داری نداشت. Porayane و همکاران (۲۰۱۵) افزایش در غلظت ساکارز افزوده شده به ژلاتین منجر به افزایش در مقدار شاخصa^* وb^* گردیده است و افزودن شربت گلوکز اثر مثبت بر روی شاخص L^* و یک اثر منفی بر روی داشته است. از سوی دیگر با افزایش میزان مواد جامد محلول، از شدت شفافیت کاسته می گردد. Choobkar و همکاران (۲۰۱۸) در بررسی اثر جایگزینی ژلاتین گاوی با ژلاتین ماهی را بر محتوای معدنی، خواص فیزیکوشیمیایی و پارامترهای رنگی پاستیل گزارش دادند که افزایش مقدار ژلاتین ماهی باعث کاهش شاخص رنگی L^* و افزایش شاخص‌های a^* وb^* شد که با نتایج حاصل از این تحقیق مشابهت داشت.

بررسی تغییرات ویژگی‌های بافتی پاستیل

نتایج تغییرات ویژگی‌های بافتی پاستیل در جدول ۵ و ۶ نشان داده شده است. مطابق با نتایج، اثر غلظت‌های مختلف ژلاتین تجاری و ژلاتین ماهی بر شاخص‌های چسبندگی[۹]، پیوستگی[۱۰]، قابلیت جویدن[۱۱]، صمغیت[۱۲]، سختی بافت و تغییر شکل بافت معنی‌دار ($p≤۰/۰۵$) بود و بر شاخص فنریت[۱۳] معنی‌دار ($p>۰/۰۵$) نبود. همچنین جداول مقایسه میانگین نشان داد با افزایش غلظت ژلاتین ماهی مقدار تمامی شاخص‌های فوق کاهش معنی‌داری ($p≤۰/۰۵$) یافت.

مطابق با تحقیقات انجام شده بسیاری از خواص فیزیکی ژلاتین انعکاسی از شرایط زیستی و دمای محیط پیرامون می‌باشد. خواص عملکردی ژلاتین علاوه بر عوامل محیطی تحت تاثیر ویژگی‌های شیمیایی (توزیع وزن مولکولی و ترکیب آمینواسیدی) مولکول ژلاتین

---

۱ Tunaxanthein
۲ Lutein
۳ Beta carotene
۴ Doradexanthins
۵ Zeaxanthin
۶ Canthaxanthin
۷ Astaxanthin
۸ Taraxanthin

۹ Adhesivenes
۱۰ Cohesiveness
۱۱ Chewiness
۱۲ Gumminess
۱۳ Springiness

نیز قرار می‌گیرد. بنابراین کیفیت ژلاتین برای یک کاربرد خاص بستگی زیادی به خواص رئولوژیکی و فیزیکوشیمیایی آن دارد و نه تنها تحت تاثیر گونه و بافت استخراجی قرار می‌گیرد بلکه شدت شرایط استخراج و فرایندهای پیش تیمار به‌کار رفته نیز در خواص آن موثر می‌باشد (Gimenez *et al.*, 2005 ؛Rahman *et al.*, 2008).

جدول ٤- بررسی تغییرات رنگ پاستیل حاوی غلظت‌های مختلف ژلاتین تجاری و ژلاتین ماهی در اولین روز پس از تولید

تیمار	L*	a*	b*
شاهد	۵۷/۱۳۷±۰/۵۴۶[a]	۱/۵۴۳±۰/۳۵۰[e]	۱۴/۶۷۷±۰/۰۴۲[e]
T_1	۵۱/۶۱۰±۰/۴۹۱[b]	۵/۷۳۷±۰/۴۸۴[d]	۲۰/۶۰۷±۰/۸۱۸[d]
T_2	۴۸/۲۲۰±۹۱۹[c]	۸/۶۷۰±۰/۴۸۴[c]	۲۴/۹۴۳±۰/۶۹۱[c]
T_3	۴۴/۵۱۳±۰/۱۴۶[d]	۱۱/۴۲۷±۰/۴۲۲[b]	۲۸/۰۳۷±۰/۴۳۲[b]
T_4	۳۹/۰۶۳±۰/۳۴۱[e]	۱۳/۷۲۳±۰/۱۹۴[a]	۳۱/۲۴۰±۰/۴۵۹[a]

نتایج به صورت میانگین± انحراف معیار نشان داده شده است .

a-e حروف متفاوت کوچک نشانگر اختلاف معنی‌دار در هر ستون می‌باشد.

شاهد: ۱۰۰٪ ژلاتین تجاری، T_1: ۷۵٪ ژلاتین تجاری+۲۵٪ ژلاتین ماهی، T_2: ۵۰٪ ژلاتین تجاری + ۵۰٪ ژلاتین ماهی، T_3: ۲۵٪ ژلاتین تجاری + ۷۵٪ ژلاتین ماهی، T_4: ۱۰۰٪ ژلاتین ماهی

جدول ۵- تغییرات خواص بافتی (چسبندگی، پیوستگی، فنریت و صمغیت) پاستیل حاوی غلظت‌های مختلف ژلاتین تجاری و ژلاتین ماهی در اولین روز پس از تولید

تیمار	چسبندگی (mj)s	پیوستگی	فنریت (mm)	صمغیت (N)
شاهد	۰/۴۳۳±۰/۱۱۵[a]	۰/۸۲۳±۰/۰۱۵[a]	۴/۹۶۶±۱/۷۴۳[a]	۵/۴۱۰±۰/۳۹۰[a]
T_1	۰/۲۵۰±۰/۰۵۰[b]	۰/۷۳۰±۰/۰۴۳[ab]	۳/۸۸۳±۰/۰۵۵[ab]	۲/۸۹۶±۰/۱۵۳[b]
T_2	۰/۲۰۰±۰/۰۰۰[b]	۰/۶۵۶±۰/۰۳۷[bc]	۳/۶۳۰±۰/۱۲۱[ab]	۱/۲۰۰±۰/۱۰۰[c]
T_3	۰/۱۶۶±۰/۰۵۷[b]	۰/۵۶۳±۰/۰۶۴[c]	۳/۴۶۶±۰/۱۰۱[ab]	۰/۲۲۳±۰/۰۴۶[d]
T_4	۰/۱۰۰±۰/۰۰۰[b]	۰/۳۲۳±۰/۰۹۰[d]	۲/۸۰۰±۰/۱۰۱[b]	۰/۱۱۶±۰/۰۴۶[d]

نتایج به صورت میانگین ± انحراف معیار نشان داده شده است .

a-e حروف متفاوت کوچک نشانگر اختلاف معنی‌دار در هر ستون می‌باشد.

شاهد: ۱۰۰٪ ژلاتین تجاری، T_1: ۷۵٪ ژلاتین تجاری+۲۵٪ ژلاتین ماهی، T_2: ۵۰٪ ژلاتین تجاری + ۵۰٪ ژلاتین ماهی، T_3: ۲۵٪ ژلاتین تجاری + ۷۵٪ ژلاتین ماهی، T_4: ۱۰۰٪ ژلاتین ماهی

جدول ٦- تغییرات خواص بافتی (قابلیت جویدن، سختی بافت و تغییر شکل سختی بافت) پاستیل حاوی غلظت‌های مختلف ژلاتین تجاری و ژلاتین ماهی در اولین روز پس از تولید

تیمار	قابلیت جویدن	سختی بافت(N)	تغییر شکل سختی بافت (mm)
شاهد	۲۷/۱۰۰±۱۱/۶۴۰[a]	۶/۵۹۰ ±۰/۵۷۵[a]	۴/۱۰۶ ±۰/۱۰۶[a]
T_1	۱۱/۲۶۷±۰/۳۰۶[b]	۶/۱۳۰ ±۰/۴۳۳[a]	۳/۹۹۶ ±۰/۰۵۸[a]
T_2	۴/۳۰۰±۰/۴۵۸[c]	۴/۸۱۳ ±۰/۰۷۲[b]	۳/۸۰۳ ±۰/۰۷۵[b]
T_3	۰/۶۶۷±۰/۰۵۸[d]	۳/۴۰۰ ±۰/۰۱۰[c]	۳/۶۲۰ ±۰/۰۴۳[b]
T_4	۰/۴۰۰±۰/۱۰۰[d]	۱/۳۴۳ ±۰/۰۴۰[d]	۲/۹۱۳ ±۰/۰۵۵[c]

نتایج به صورت میانگین± انحراف معیار نشان داده شده است .

a-e حروف متفاوت کوچک نشانگر اختلاف معنی‌دار در هر ستون می‌باشد.

شاهد: ۱۰۰٪ ژلاتین تجاری، T_1: ۷۵٪ ژلاتین تجاری+۲۵٪ ژلاتین ماهی، T_2: ۵۰٪ ژلاتین تجاری + ۵۰٪ ژلاتین ماهی، T_3: ۲۵٪ ژلاتین تجاری + ۷۵٪ ژلاتین ماهی، T_4: ۱۰۰٪ ژلاتین ماهی

از نظر تجاری ژلاتین ماهی به‌صورت انبوه تولید نمی‌شود و دلیل آن خواص رئولوژیکی ضعیف و پایداری کم در مقایسه با ژلاتین پستانداران است. دلیل عدم پایداری و خواص رئولوژیکی ضعیف ژلاتین ماهی نسبت به ژلاتین تجاری، عمدتا به تعداد پایین نواحی غنی از پرولین و مقادیر پایین ایمینواسیدها (هیدروکسی پرولین و پرولین) در مولکول کلاژن و ژلاتین ماهیان در مقایسه با حیوانات خونگرم مربوط می‌شود (شهبازتبار، ۱۳۹۱). محتوای ایمینواسیدهای پرولین و هیدروکسی پرولین در ژلاتین ماهیان نسبت به ژلاتین حیوانات نظیر خوک که ویسکوالاستیک بهتری از خود نشان می‌دهد کمتر است. بنابراین نسبت به ژلاتین تجاری خصوصیات ویسکوالاستیک ضعیف‌تری از خود نشان می‌دهند. علاوه بر این ژلاتین ماهی محتوی کمتری آلانین دارد و این اسید آمینه معمولا در نواحی غنی از پرولین و هیدروکسی پرولین دیده می‌شود. محتوی بیشتر این اسیدهای آمینه در ژلاتین تجاری یکی از دلایل اصلی ویسکوزیته بالاتر آنهاست (طاهری و همکاران، ۱۳۸۸). مطابق با تحقیقات Garrido و همکاران (۲۰۱۴)، سختی نمونه‌ها به غلظت ژلاتین بستگی دارد که در تحقیق حاضر غلظت ژلاتین‌های استخراج شده و ژلاتین تجاری برابر بود. همچنین Rahman و Mahrouqi (۲۰۰۹) گزارش کردند محتوی پروتئین بالا باعث باند شدن ساختار بهتر ژلاتین می‌شود. مطابق با نتایج این تحقیق مقدار پروتئین ژلاتین استخراج شده از ماهی کیلکا کمتر از ژلاتین تجاری بوده و همین امر می‌تواند باعث کاهش پارامترهای بافت سنجی از جمله سختی باشد.

سختی نمونه‌ها می تواند مستقیماً به محتوی رطوبت نمونه‌ها در ارتباط باشد به عبارت دیگر کاهش رطوبت باعث تغییر بافت نرم به سخت می‌شود (Delgado and Banon, 2015). بنابراین پارامترهای بافتی از جمله سختی شدیداً به نوع ژلاتین به‌کار رفته در فرمولاسیون مواد غذایی وابسته است (Kek *et al.*, 2013). همچنین Nurlina و همکاران (۲۰۱۹) در بررسی ویژگی‌های بافتی ژله تهیه شده از ژلاتین ماهی با استفاده از فرایند فشار بالا، گزارش کردند که پارامترهای بافت سنجی (شامل سختی، پیوستگی، صمغیت، فنریت، چسبندگی و قابلیت جویدن) برای ژلاتین ماهی از ژلاتین تجاری کمتر بود که با نتایج حاصل از تحقیق حاضر مشابهت داشت.

بررسی ارزیابی حسی پاستیل

نتایج تغییرات ویژگی‌های حسی پاستیل در جدول ۶ نشان داده شده است. مطابق با نتایج، اثر غلظت‌های مختلف ژلاتین تجاری و ژلاتین ماهی بر شاخص‌های ارزیابی حسی مزه، عطر و بو، رنگ، بافت و پذیرش کلی معنی‌دار ($p\leq۰/۰۵$) بود همچنین جداول مقایسه میانگین شاخص‌های ارزیابی حسی نشان داد با افزایش غلظت ژلاتین ماهی مقدار امتیازات حسی مزه، عطر و بو، رنگ و پذیرش کلی نسبت به نمونه شاهد کاهش یافت و تنها تیمار T_2 (حاوی ۵۰ درصد ژلاتین تجاری+ ۵۰ درصد ژلاتین ماهی) دارای بافت قابل قبولی نسبت به سایر تیمارها بود.

جدول ٦- تغییرات امتیازات حسی پاستیل حاوی غلظت‌های مختلف ژلاتین تجاری و ژلاتین ماهی در اولین روز پس از تولید

تیمار	مزه	عطر و بو	رنگ	بافت	پذیرش کلی
شاهد	۵/۰۰۰±۰/۰۰۰^{a}	۵/۰۰۰±۰/۰۰۰^{a}	۵/۰۰۰±۰/۰۰۰^{a}	۳/۶۶۶±۰/۵۷۷^{ab}	۵/۰۰۰±۰/۰۰۰^{a}
T_1	۵/۰۰۰±۰/۰۰۰^{a}	۵/۰۰۰±۰/۰۰۰^{a}	۴/۳۳۳±۰/۵۷۷^{ab}	۴/۶۶۶±۰/۵۷۷^{ab}	۵/۰۰۰±۰/۰۰۰^{a}
T_2	۵/۰۰۰±۰/۰۰۰^{a}	۵/۰۰۰±۰/۰۰۰^{a}	۳/۶۶۶±۰/۵۷۷^{bc}	۵/۰۰۰±۰/۰۰۰^{a}	۵/۰۰۰±۰/۰۰۰^{a}
T_3	۳/۶۶۶±۰/۵۷۷^{b}	۴/۳۳۳±۰/۵۷۷^{b}	۳/۰۰۰±۰/۰۰۰^{c}	۳/۶۶۶±۰/۵۷۷^{ab}	۴/۰۰۰±۰/۰۰۰^{b}
T_4	۲/۳۳۳±۰/۵۷۷^{c}	۲/۶۶۶±۰/۵۷۷^{c}	۳/۶۶۶±۰/۵۷۷^{bc}	۳/۳۳۳±۰/۵۷۷^{b}	۳/۳۳۳±۰/۵۷۷^{c}

نتایج به صورت میانگین± انحراف معیار نشان داده شده است .

a-e حروف متفاوت کوچک نشانگر اختلاف معنی‌دار در هر ستون می‌باشد.

شاهد: ۱۰۰٪ ژلاتین تجاری، T_1: ۷۵٪ ژلاتین تجاری+۲۵٪ ژلاتین ماهی، T_2: ۵۰٪ ژلاتین تجاری + ۵۰٪ ژلاتین ماهی، T_3: ۲۵٪ ژلاتین تجاری + ۷۵٪ ژلاتین ماهی، T_4: ۱۰۰٪ ژلاتین ماهی

رنگ ژلاتین به ماهیت مواد اولیه مورد استفاده و نحوه استخراج ژلاتین بستگی دارد. مطابق با نتایج این تحقیق رنگ نمونه‌ها از نظر ارزیابان با افزایش غلظت ژلاتین ماهی کاهش یافت. از طرفی مطابق با نتایج این تحقیق شاخص‌های رنگ‌سنجی در سیستم رنگی L^*، a^* و b^* نشان داد رنگ نمونه‌ها نسبت به نوع تجاری که شفاف است تیره تر شده است و همین امر باعث کاهش امتیاز رنگ از نظر ارزیابان شده است.

رهاسازی طعم به‌طور معنی‌داری با بافت ژل در ارتباط است و ژل‌های ژلاتین به دلیل ایجاد بافت سخت‌تر موجب رهایش کمتر مواد طعمی شده که در مجموع باعث کاهش امتیاز پذیرش کلی در نمونه‌های حاوی مقادیر بالای ژلاتین می‌شود (مجاوریان، ۱۳۹۶). همچنین برای از بین بردن بو، رنگ، طعم نامطلوب ماهی و مواد کلاژنی هیدرولیز نشده معمولا از کاغذ صافی واتمن، پمپ خلاء، رزین تبادیل یونی جهت حذف بوی بد حاصل از آمین و مشتقات آن و تبخیرکننده تحت خلاء جهت بوی نامطبوع ماهی استفاده می‌شود. با این حال بو و طعم ماهی باقیمانده از روش‌های فوق، باعث کاهش امتیازات ارزیابی حسی در تیمارهای حاوی ژلاتین ماهی شده می‌شود و اصلی‌ترین دلیل کاهش امتیازات ارزیابی حسی در ژلاتین‌های ماهی باقی ماندن بو و طعم ماهی در ژلاتین است. عباسی و همکاران (۱۳۹۰) به بررسی جایگزینی بخشی از ژلاتین با صمغ فارسی در فرمولاسیون پاستیل پرداختند و گزارش کردند، افزودن صمغ به نمونه‌ها باعث کاهش شفافیت نمونه‌های پاستیل و در نتیجه کاهش امتیازات ارزیابی حسی نسبت به نمونه شاهد گردید. Hansson و همکاران (۲۰۰۱) طی تحقیقی اظهار داشتند فعالیت آبی و ویسکوزیته از شاخص‌های مهم و تاثیر گذار در آزادسازی ترکیبات معطر در فرمولاسیون پاستیل هستند.

نتیجه‌گیری

این تحقیق با هدف استخراج ژلاتین از ماهی کیلکا و جایگزینی آن در فرمولاسیون پاستیل با ژلاتین تجاری (گاوی) با درصدهای (۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد) و مقایسه خواص فیزیکوشیمیایی، رئولوژیکی و حسی پاستیل به‌دست آمده از ژلاتین ماهی با نمونه تجاری (گاوی) انجام گردید. مطابق با نتایج خواص عملکردی شامل دما و زمان مناسب تشکیل ژل ژلاتین، دما و زمان مناسب ذوب ژل در ژلاتین استخراج شده از ماهی مشاهده شد. اثر درصدهای مختلف ژلاتین استخراج شده ماهی بر شاخص‌های pH، رطوبت، بریکس، فعالیت آبی، شاخص‌های رنگی (L^*، a^* وb^*)، خواص بافتی (چسبندگی، پیوستگی، صمغیت و قابلیت جویدن) و صفات ارزیابی حسی (مزه، عطر و بو، رنگ، بافت و پذیرش کلی) معنی‌دار بود ($p\leq ۰/۰۵$). نتایج حاصل از تحقیق حاضر نشان می‌توان از ژلاتین استخراج شده از ماهی کیلکا در فرمولاسیون پاستیل استفاده نمود و پاستیل با خواص کیفی مطلوب و قابل مقایسه با ژلاتین‌های گاوی متداول تولید نمود. و تنها شاخص‌های ارزیابی حسی به دلیل وجود طعم و بوی ماهی کیلکا باعث کاهش امتیازات ارزیابی حسی شد بنابراین می‌توان با طعم‌دار کردن پاستیل‌های تولیدی ویژگی‌های ضعیف ارزیابی حسی پاستیل تولیده شده از ژلاتین ماهی را پوشش داده و از آن در تولید صنعتی ژلاتین استفاده کرد. در مجموع، از ژلاتین ماهی کیلیکا می‌توان به‌عنوان یک منبع اقتصادی و حلال در بسیاری از صنایع، با رویکرد بیوتکنولوژی، به‌جای ژلاتین گاو استفاده کرد.

منابع

Asgahr, A. 1992. Chemical Biochemical Functional and Nutritional Characteristics of Collagen in Food Systems. *Advances in Food Researches Academic Press*, London.

Abbasi, S., Mohammadi, S. and Rahimi, S. 2011. Replacement of part of gelatin with Persian gum and use of frankincense to produce extruded pastilles. *Biosystem Engineering of Iran*, 42(1), 121-131. [in Persian].

Abrumand, A. 2007. Oral gelatin production from fish waste. *Journal of Production and Processing of Agricultural and Garden Products*, 11(1), 409-419. [in Persian].

Arnesen, J. A. and Gildberg, A. 2006. Extraction of muscle proteins and gelatin from cod head. *Process Biochemistry*, 41, 697-700.

Azaradian, M., Mousavi Nasab, M. and Yousefi, A.L. 2011. Surimi production and isolated protein from silver carp (molitrix Hypophthalmichthys) and study of changes in color and chemical components of gel samples and their powder. *Iranian Fisheries Scientific Journal*, 20(3), 1-10. [in Persian].

Azimi, N., Mortazavi, A. and Basiri, S.h. 2014. Effect of different concentrations of guar and gelatin on the moisture content and water activity of fruit pastilles based on white berries, 22nd Iranian Congress of Food Science and Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. [in Persian].

Basiri, S.h. and Shahidi, F. 2017. Investigation of the effect of different amounts of gelatin and guar on sensory, tissue and pastel color characteristics based on white berries. *Iranian Journal of Food Science and Technology Research Monthly*, 13(1), 1-13 [in Persian].

Boran, G., Mulvaney, S.J. and Regenstein, J.M. 2010. Rheological properties of gelatin from silver carp skin compared to commercially available gelatins from different sources. *Journal of Food Science*, 75(8), E565–E571.

Chandra, M. V. and Shamasundar, B.A. 2015. Rheological properties of gelatin prepared from the swim bladders of freshwater fish catla catla. *Food Hydrocolloids*, 48, 47–54.

Cheow, C.S., Norizah, M.S., Kyaw, Z.Y. and Howell, N.K. 2007. Preparation and characterisation of gelatins from the skins of sin croaker (*Johnius dussumieri*) and shortfin scad (*Decapterus macrosoma*). *Food chemistry*, 101(1), 386-91.

Choobkar, N., Aghajani, A.R. and Joka, A. 2018. The effect of replacement of cows gelatin by Cyprinus carpio skin gelatin on the some mineral contents and color parameters of functional pastill. *Iranian Journal of Aquatic Animal Health*, 4(2), 40-54.
Curi, P. N., Nogueira, P. V., Almeida, A. B. de, Carvalho, C. dos S., Pio, R., Pasqual, M. and Souza, V. R. 2017. Processing potential of jellies from subtropical loquat cultivars. *Food Science and Technology,* 37(1), 70–75.
Djagnya, K.B., Wang, Z. and Xu, S.h., 2001. Gelatin: A Valuable Protein for Food and Pharmaceutical Industries: Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 41, 481- 492.
Darvish Motavali, F. 2014. Optimizing the extraction of gelatin from the skin of sturgeon carp (*Hypophthalmichthys nobilis*). Ministry of Science, Research, and Technology - Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources - Faculty of Agriculture and Natural Resources - Master's thesis. [in Persian].
Dawson, P.L. and Acton, J.C. 2017. Proteins in food processing. In: Impact of protein on food color (ed. by Rickey y. yada). p. 599-638.
Delgado, P. and Bañón, S. 2015. Determining the minimum drying time of gummy confections based on their mechanical properties. *CyTA-Journal of Food*, 13(3), 329–335.
Duan, R., Zhang, J., Xing, F., Konno, K. and Xu, B. 2011. Study on the properties of gelatins from skin of carp (Cyprinus carpio) caught in winter and summer season. *Food Hydrocolloids*, 25, 368-373.
Emadi, H. 1993. Biology and Recognition of Caspian Sea Kilkai Fish. *Abzian Journal*, 4(11), 8-13. [in Persian].
FAO. 2012. World Fisheries and Aquaculture.
Farahnaki, A., Majzoubi, M. and Mesbahi, Gh. 2009. Characteristics and Applications of Hydrochloroids in Food and Pharmaceuticals, Iran Agricultural Sciences Publishing. [in Persian].
Fathi, H. 1992. World Apple Market. *World Commodity Market Monthly*, 21, 15-20. [in Persian].
Fernandez, M.D., Montero, P. and Gómez-Guillén, M.C. 2003. Effect of freezing fish skins on molecular and rheological properties of extracted gelatin. *Food Hydrocolloids*, 17(3), 281-286.
Garrido, J. I., Lozano, J. E. and Genovese, D. B. 2014. Effect of formulation variables on rheology, texture, colour, and acceptability of apple jelly: Modelling and optimization. *LWT - Food Science and Technology*, 62(1), 325-332.
Gilsenan, P.M. and Ross-murphy, S.B. 2000. Rheological characterization of gelatins from mammalian and marine sources. *Food Hydrocolloids*, 14, 191-195.
Giménez, B., Turnay, J., Lizarbe, M.A., Montero, P. and Gómez-Guillén, M.C. 2005. Use of lactic acid for extraction of fish skin gelatin. *Journal of Food Hydrocolloids,* 19, 941–950.
Hansson, A., Andersson, J. and Leufvén, A. 2001. The effect of sugars and pectin on flavour release from a soft drink-related model system. *Food Chemistry*, 72(3), 363-368.
Herati, M., Sharifi, A. and Estiri, S. H. 2016. Optimization of the process of producing unprocessed pastilles from seedless barberry fruit by surface response method. *Journal of Innovation in Food Science and Technology*, 9(1), 125-136. [in Persian].
ISIRI. 1994. Gelatin quality control methods. Institute of Standards and Industrial Research of Iran.No. 3474. [in Persian].
ISIRI. 2013. Jelly products - test features and methods. Amendment No. 1, Institute of Standards and Industrial Research of Iran Iranian National Standard. No. 2682. [in Persian].
Jamilah, B. and Harvinder, K. G. 2002. Properties of gelatins from skins of fish-black tilapia (Oreochromis mossambicus) and red tilapia (Oreochromis nilotica). *Food Chemistry*, 77, 81-84.
Karim, A. A. and Bhat, R. 2009. Fish gelatin: properties, challenges, and prospects as an alternative to mammalian gelatins. *Food Hydrocolloids*, 23(3), 563–576.
Kek, S. P., Chin, N. L. and Yusof, Y. A. 2013. Direct and indirect power ultrasound assisted pre-osmotic treatments in convective drying of guava slices. *Food and Bio products Processing*, 91(4), 495–506.
Kelleher, S.D., Feng, Y., Hultin, H.O. and Livingston, M.B. 2004. Role of initial muscle pH on the solubility of fish muscle proteins in water. *Journal of Food Biochemistry*, 28(4), 279-292.
Khalilian, S., Shahidi, M., Elahi, M., Mohebbi, M., Sarmad, M. and Roshannejad, M. 2011. Effect of different concentrations of pectin and xanthan on sensory characteristics and water activity of fruit pastilles based on cantaloupe puree, 21*st* National Congress of Iranian Food Science and Technology, 7-9 Aban, Tabriz University. [in Persian].
Khazai Pool, E., Shahidi, F., Mortazavi, S. A. and Mohebi M. 2011. The effect of different levels of Spirulina Platensis micro-algae and agar and guar hydrocolloids on water activity, texture, color parameters and Overall acceptability of kiwi puree-based fruit pastille. *Food Science and Technology*, 12(48), 47-59.
Kim, Y. 2005. Development and characterization of gelatin films as active packaging layers. Clemson University, ProQuest Dissertations Publishing, 318-816.
Korshian, M. and Behnam, R. 2013. Optimization of Physico-Chemical Properties of Gelatin Extracted from the Skin of Colorful Salmon Fish, Second National Conference on Food Science and Technology, Quchan, Islamic Azad University of Quchan. [in Persian].

Lassoued, I., Jridi, M., Nasri, R., Dammak, A., Hajji, M., Nasri, M. and Barkia, A. 2014. Characteristics and functional properties of gelatin from thornback ray skin obtained by pepsin-aided process in comparison with commercial halal bovine gelatin. *Food Hydrocolloids*, 41, 309-318.

Levitan, C., Zampini, M., Li, R. and Spence, C. 2008. Assessing the role of color cues and people's beliefs about color–flavor associations on the discrimination of the flavor of sugar-coated chocolates Chemical senses. *Chemical Senses Jornal*, 33, 415–423.

Lewicki, P. P. 2004. Water as the determinant of food engineering properties. A review. *Journal of Food Engineering*, 61: 483–495.

Motalebi A. A., and Seyfzadeh, M. 2011. Effects of whey protein edible coating on bacterial, chemical and sensory characteristics of frozen common Kilka (Clupeonelliadelitula). *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 11(1), 132-144.

Motalebi-Moghanjoghi, A.A., Hashemi, G., Mizani, M., Gharachorloo, M., and Tavakoli, H. R. 2015. The effects of refining steps onKilka (*Clupeonelladelicatula*) fish oil quality. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 14(2), 382-392.

Mahmoudi, P. and Tavakolipoor, H. 2018. Production of fruit pastilles based on kiwi puree using gelatin and guar hydrochlorides and review of the use of date juice as a natural sweetener. *Tarbiat Modares Journal of Food Science and Technology*, 15(74), 235- 249. [in Persian].

Majaverian, S. P. 2016. Use of chicken leg gelatin in the production of ginger pastilles with natural sweeteners. Food Science and Technology, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Faculty of Agricultural Engineering. Master Thesis. [in Persian].

Mehdizadeh, A., Abedi, A. and Ghanbari, M. M. 2016. Extraction and Concentration of Kilka Fish Protein as Dark Meat Fish and Sardin as White Meat Fish by pH and Surimi Method and Comparison of Its Tissue Characteristics. First International Congress and 24th National Congress of Food Science and Technology. Tehran, Tehran Iranian Food Science and Technology, Tarbiat Modares University. [in Persian].

Mirzapour Koohdasht, A., Mousavi Nasab, M. and Lari, M. A. 2018. Investigation of gelatin properties extracted from ordinary carp waste by enzymatic hydrolysis. *Iranian Journal of Nutritional Sciences and Food Industry*, 13(1), 105-113. [in Persian].

Mojaverian, S. P., Amiri Raftani, Z. and Shahiri Tabarestani, H. 2018. Optimization of Ginger Pastel Formulation Based on Chicken Foot Gelatin and Grape Concentrate by Answer Level Method. *Journal of Food Science and Technology*, 82(15), 319-334. [in Persian].

Ninan, G., Abubacker, Z. and Jose, J. 2011a. Physico-chemical and texture properties of gelatins and water gel dessert prepared from the skin of freshwater carp. *Fish Technology*, 48(1): 67-74.

Ninan, G., Jose, J. and Abubacker, Z. 2011b. Preparation and characterization of gelatin extracted from the skins of ruha(*Labeorohita*) and common carp (*Cyprinuscarpio*). *Journal of Food Processing and Preservation*, 32(2), 143-162.

Nurlina, Y., Irwandi, J., Parveen, J. and Jami, M. S. 2019. Texture Profile Analysis (TPA) of the jelly dessert prepared from halal gelatin extracted using High Pressure Processing (HPP). *Malaysian Journal of Fundamental and Applied Sciences*, 15(4), 604-608.

Pirestani, S., Sahari, M.A. and Barzegar, M. 2010. Fatty Acids Changes during Frozen Storage in Several Fish Species from South Caspian Sea. *Journal of Agriculture Science and Technology*, 12, 321-329.

Pavan Kumar, D., Elavarasan, K. and Shamasundar, B. A. 2017. Functional properties of gelatin obtained from croaker fish (*Johnius* sp) skin by rapid method of extraction. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 5(2), 125-129.

Piazza, L. and Gigli, J. 2009. Multi-scale estimation of water soluble diffusivity in polysaccharide gels. Universita di milano, Italy.

Porayanee, M., Katemake, P. and Duangmal, K. 2015. Effect of gelatin concentrations and glucose syrup to sucrose ratios on textural and optical properties of gelatin gel. *Journal of Food Science and Agricultural Technology*, 1(1), 26-30.

Rahman, M.S., Al-Saidi, G.S. and Guizani, N. 2008. Thermal characterisation of gelatin extracted from yellowfin tuna skin and commercial mammalian gelatin. *Journal of Food Chemistry*, 108, 472-481.

Rahman, M. S. and Al-Mahrouqi, A. I. 2009. Instrumental texture profile analysis of gelatin gel extracted from grouper skin and commercial (bovine and porcine) gelatin gels. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 60(7), 229–242.

Ratnasari, I., Sudarminto, S.Y., Nusyam, H., Simon, B. and Widjanarko, E. 2014. Extraction Process Modification to Enhance Properties of Skin Gelatin of pangas catfish (*Pangasius pangasius*). *Food and Public Health*, 4, 140-150.

Shahbaztabar, S. 2012. Comparison of collagen and gelatin production methods from aquaculture, fisheries-fishery products, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Faculty of Fisheries and Environment. Master Thesis. [in Persian].

Silva, R.S.G., Bandeira, S.F. and Pinto, L.A.A. 2014. Characteristics and chemical composition of skins gelatin from cobia (*Rachycentron canadum*). *Food Science and Technology*, 57, 580-585.
Songchotikunpan, P., Tattiyakul, J. and Supaphol, P. 2008. Extraction and electrospinning of gelatin from fish skin. *International Journal of Biological Macromolecules*, 42, 247–255.
Taheri, A., Abedian, A. and Behnam, Sh. 2009. Identification of the components of gelatin derived from the skin and bones of caricature of fish. *Iranian Journal of Fisheries*, 18(4): 125-136. [in Persian].
Tavernier, B.H. 1989. Molecular mass distribution of gelatin and physical properties. *Photographic Gelatin Proceeding*, 1, 217–228.
Theis, A., Salzburger, W. and Egger, B. 2012. The function of anal fin egg-spots in the cichlid fish Astatotilapia burtoni. *PloS ONE Journal*, 7(1), 29878.
Trindade, A., Balbinot, E., Weber, C.I. and Tonial, I.B. 2015. Fish Gelatin: Characteristics, Functional Properties, Applications and Future Potentials. *Food Engineering Reviews*, 7, 33–44.
Ward, A.G. and Courts, A. 1977. The Science and Technology of Gelatin. New York: Academic Press.
Xia, Z., Wu, D., Nie, P. and He, Y. 2016. Non-invasive measurement of soluble solid content and pH in Kyoho grapes using a computer vision technique. *Analytical Methods*, 8(15), 3242–3248.
Yazdani Dehnavi, M. 2013. Extraction of gelatin from the skin and scales of fish using proteases extracted from the digestive tract of fish. Ministry of Science, Research, and Technology-Shiraz University - Faculty of Agriculture and Natural Resources. Master Thesis. [in Persian].
Zhou, P. and Regenstein, j.M. 2004. Optimization of extraction conditions for pollock skin gelatin. *Journal of Food Science*, 69, 393-098.

Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 17, No. 5, Dec- Jan 2021, p. 831-847

نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد ۱۷، شماره ۵، آذر- دی ۱۴۰۰، ص.۸۴۷ -۸۳۱

Investigating of production conditions of pastilles by using gelatin extracted from kilika fish and investigating its physicochemical, rheological and sensory properties in comparison with commercial gelatin (cow)

E. Mobini[1], L. Nateghi[2]*, M. R. Eshaghi[3]

Received: 2020.06.01
Accepted: 2020.11.12

Introduction: Gelatin is one of the most important biopolymers, widely used in the food, pharmaceutical, cosmetic, and photography. The high demands for Halal food have increased the need for fish gelatin in food applications. Gelatin is a very important biological polymer that is made from the bones, skin and cartilage of animals and is widely used to improve elasticity, consistency and stability in food. Gelatin is different from other hydrocolloids because most of them are polysaccharides, while gelatin is a digestible protein that contains all the essential amino acids except tryptophan, so according to EU law, gelatin is considered a food. Recently, a lot of research has been done to find alternative sources of gelatin obtained from mammals. In the last decade, there has been a strong trend towards gelatin obtained from fish and poultry. Poultry skins and bones are used to make gelatin, but due to low yields, their production is limited on a local scale. In this regard, fish gelatin is a better alternative to mammalian gelatin, although fish gelatin production is not very common at present and accounts for only about 1% of the world's annual gelatin production. The aim of this study was to extract gelatin from Kilka fish and replace it with commercial gelatin (bovine) in pastille formulation with percentages (25, 50, 75 and 100%).

Materials and Methods: To compare physicochemical (pH, humidity, brix and water activity), texture properties (adhesiveness, cohesiveness, springiness, gumminess, chewiness, hardness and deformation of hardness), color indices (L*, a* and b*) and sensory (taste, odor, color, texture and overall acceptance) properties of pastille obtained from fish gelatin. The experiments were performed in a completely randomized design. In this study, 5 treatments with three repetitions were examined. In order to compare the means, Duncan's one-way analysis of variance was used at the 95% confidence level using Minitab software version 16.

Results and Discussion: According to the results of gel formation temperature, gel melting temperature and gel melting time of fish gelatin were lower than commercial gelatin but gel formation time in fish gelatin was higher than commercial gelatin. Also, the extraction efficiency of gelatin from Kilka fish was 9.204%. Effect of different percentages of extracted fish gelatin on pH, moisture, brix, water activity, color indices (L*, a* and b*), texture properties (adhesiveness, cohesiveness, springiness and gumminess) and sensory evaluation (taste, odor, color, texture and overall acceptance) was significant ($p<0.05$). The results showed that by increasing the replacement of different percentages of fish gelatin, pH, Brix, L*, all textural histological and sensory evaluation factors decreased and moisture content, water activity and colors a* and b* increased. Differences in pH of gelatins may be due to the type and strength of acid used during the extraction process. Also, due to the replacement of fish with skin and bones in acid and due to having more minerals in the bones than fish meat, more acidic treatment is needed. Therefore, the difference in pH of fish gelatin and cow gelatin can be different depending on the extraction conditions and the type of fish. Hydrochlorothiazine gelatin is a protein that, at temperatures above 35 to 45 degrees Celsius, has a complex structure that dissolves in water and increases brix. The results showed that the amount of water activity of samples containing fish gelatin was higher than commercial gelatin, which could be due to the higher moisture content of gelatin extracted in fish and the extraction conditions and its use in the production of pastilles. The presence of Kilka fish gelatin in the pastel formulation caused the samples to get darken or turn red due to the increase in a * and b * indicators. The reason for the discoloration of the specimens can be due to the presence of carotenoids in the tissues of fish (tonagazantine (yellow), lutein (yellowish-green), beta-carotene (orange), duragazantine (yellow), zaxanthin (orange-yellow), Contagantine (red-orange), astaxanthin (red), and taragzantine (yellow)). The reason for the instability and poor rheological properties of fish gelatin compared to commercial gelatin is mainly related to the low number of proline-rich regions and low amounts of immunoassides (hydroxyproline and proline) in the collagen and gelatin molecules of fish compared to warm-blooded animals. The content of proline and hydroxyproline amino acids in fish gelatin is lower than in animal gelatin, such as pork, which exhibits better viscoelasticity. Therefore, they show weaker viscoelastic properties than commercial gelatin. In addition, fish gelatin contains less alanine, and this amino acid is commonly found in areas rich in proline and hydroxyproline. Most of these amino acids in commercial gelatin are one of the main

1, 2 and 3. MSc Student, Associate Professor and Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Varamin-pishva Branch, Islamic Azad University, Varamin, Iran.
(Corresponding Author E-mail: leylanateghi@yahoo.com)

reasons for their higher viscosity. The release of flavor is significantly related to the texture of the gel, and gelatin gels, due to the harder texture, release less flavor, which in turn reduces the overall acceptance score in samples containing high amounts of gelatin. Watman's filter paper, vacuum pump, ion exchange resin are commonly used to remove odors and derivatives, and vacuum evaporators are used to eliminate the unpleasant odor of fish in order to eliminate odors, dyes, unfavorable fish flavors, and unstressed collagen. However, the smell and taste of the remaining fish of the above methods reduce the sensory evaluation scores in treatments containing fish gelatin, and the main reason for the decrease in sensory evaluation scores in fish gelatins is the persistence of fish odor and taste in gelatin.

T_2 treatment (containing 50% fish gelatin + 50% commercial gelatin) was selected as superior treatment because of its proximity to control, physicochemical, rheological and sensory evaluation. In general, the results showed that using different percentages of gelatin extracted from Kilka fish had no adverse effect on the physicochemical and rheological properties of pastille and only sensory evaluation reduced due to the taste and odor of Kilka fish. The taste of pastilles produced covered the poor sensory evaluation properties of fish pastels produced from gelatin and used in industrial gelatin production.

Keywords: Pastille, Gelatin, Kilka Fish, Commercial gelatin.